



Este trébol —de color magenta sobre fondo amarillo— es el símbolo de la radiación

NUCLEARIZAR ESPAÑA

La política energética española no parece muy acertada si se considera que las líneas generales de la misma se elaboraron con anterioridad a la aprobación del III Plan de Desarrollo y que el Plan eléctrico nacional en su última revisión data de 1972, exactamente el 29 de julio de 1972 (O. M. de 1 de julio) para el período comprendido entre el 1 de enero de 1974 y el 31 de diciembre de 1983. Un poco más tarde, 21 de julio, se producía el Decreto 2.869/1972 («Boletín Oficial del Estado» de 24 de octubre), por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radioactivas.

La crisis en el sector energético, agudizada con el empleo del petróleo como arma política de fuerte impacto, ha puesto de manifiesto la baja calidad de las previsiones energéticas a escala universal, pero con efectos distintos según el grado de desarrollo tecnológico y social (1).

En el caso español se ha visto claramente que las disponibilidades (fuentes) y la redistribución (reservas) han sido acompañadas de medidas coyunturales, unas acertadas; otras, eufemísticamente, poco acertadas. Entre estas últimas nos encontramos con la aceleración en la adquisición de instalaciones nucleares con empleo de uranio enriquecido, con las enormes inversiones no sólo en la adquisición del mineral, sino en los procesos de enriquecimiento (Eurodif, Urenco), que tienen más sentido de compromiso que de acertada elección, y desde luego con una subsidiarización del desarrollo energético a empresas multinacionales relativamente peligrosas. Peligrosa por el condicionante permanente de la Defensa Nacional (las centrales nucleares son evidentemente objetivos primarios); por la inseguridad inherente a las mismas (no como bomba atómica, desde luego, sino por sus consecuencias a medio y largo plazo en el sistema ecológico) y en

cuanto a las expectativas económicas puestas en las mismas.

Actualmente parecen existir muchos puntos oscuros en el panorama nuclear español que merecerían una clarificación e intervención política por el bien del país «at large».

De momento es conveniente llamar la atención sobre dos aspectos fundamentales que están al alcance de cualquiera medianamente preocupado: la evaluación energética del tipo de reactor que se están instalando en «nuestras» centrales y su incidencia sobre el medio ambiente y su agrado de seguridad.

Las centrales nucleares en funcionamiento son la de Zorita, la de Santa María de Garoña y la de Vandellós, con un total de potencia instalada de 1.100 megavatios. Excepto la de Tarragona, que emplea uranio natural, las restantes, incluso las proyectadas y las autorizadas (Lemóniz, Ascó, Almaraz y Cofrentes), emplearán uranio enriquecido. Aunque no es fácil saber con certeza las reservas de mineral en España, es posible formular la hipótesis de que no hay suficiente para autoabastecer las centrales previstas. Lo más significativo, sin embargo, es que las reservas de mineral son muchísimo más limitadas que las de cualquier otro combustible fósil (2).

Los reactores nucleares

Los reactores nucleares, elemento fundamental de las centrales, pueden ser de fisión o fusión, según el proceso físico que desarrollen. El primero es perfectamente controlable y el segundo está todavía en fase de investigación primaria, por lo que no puede ser objeto de opción todavía, si bien los estudios sobre plasma y fusión controlada permiten mirar el futuro con cierto optimismo.

Analicemos someramente los reactores de fisión.

Los reactores de fisión son de dos clases: convertidores y regeneradores (véase la figura esquemática). Los primeros son simples «quemadores» del isótopo U-235 (escaso), mientras que los segundos podrían considerarse como «quemadores catalíticos», donde al quemar el uranio 238 (abundante) se genera otro combustible, como se indica más adelante.

Los convertidores son de varias familias, según el refrigerante empleado: agua ligera (LWR), agua pesada, o gas (helio o argón), siendo los de agua de río, lago o mar los más empleados actualmente. Estos convertidores pueden emplear a su vez el agua a presión (PWR) o el agua en ebullición (BWR), pero en ambos casos se obtiene vapor de agua, que al penetrar en una turbina de tres etapas produce energía eléctrica en el alternador. El vapor de agua, todavía caliente, pasa a un condensador (agua fría) y es reciclado de nuevo al circuito primario de refrigeración del núcleo. El agua del condensador puede ser transferida al medio ambiente en un ciclo abierto con **efectos adversos**, ya que la eficiencia térmica de las centrales nucleares es de un 32 por ciento frente al 40 por 100 de las térmicas. En otras palabras, descargan al ambiente dos tercios del calor generado. Las compañías vendedoras de los reactores de presión son principalmente Westinghouse, Babcock & Wilcox y Combustion Eng. Corp., mientras que los de ebullición los vende en exclusiva General Electric Corp. Cuando se haga una historia de estas empresas multinacionales se comprenderá el diferente apoyo federal para la comercialización de los reactores nucleares, pero es curioso que otra compañía, General Atomic, no pudiese desarrollar el reactor de alta temperatura, sobre el que no existen dificultades en cuanto a su seguridad, y con una mayor eficiencia térmica (3).

Los reactores regeneradores («Fast breeder reactors»)

A diferencia de los convertidores, estos reactores emplean uranio 238, que es el isótopo abundante, o torio 232, también abundante, de modo que en el proceso de fisión se produce calor, y plutonio 239 o uranio 233, que son ambos combustibles nucleares. Desde el punto de vista energético, los regeneradores (FBR) son los reactores del futuro, ya que la disponibilidad de energía es ilimitada. Los más avanzados tecnológicamente emplean un metal líquido (fundido), generalmente sodio, y, evidentemente, en un futuro más o menos inmediato estarán comercializados. Así lo hace suponer el hecho de que el Gobierno norteamericano haya asignado la cifra de 320 millones de dólares para el año fiscal 1974, y aunque toda comparación es ridícula, pléñese en la subvención concedida a la JEN para el desarrollo de un prototipo (770 millones de pesetas para el cuatrienio del Plan de Desarrollo) (4). El impulso que recibirán estos reactores hace prever su puesta a punto mucho antes de lo que las previsiones más realistas anunciaban. ¿Por qué comprar aviones de hélice si los aviones a reacción se están ensayando ya?

En favor de los reactores de agua ligera se ha argumentado que han estado en operación durante muchos años, que son muchos los países que los están adquiriendo, y que el nivel de seguridad es muy alto (5). Estos argumentos, utilizados fundamentalmente por las compañías eléctricas, e incluso por el propio Ministerio de Industria, pueden servir para justificar una política energética nuclear, pero no dejan de ser discutibles, desde otros puntos de vista. Podríamos extendernos en detalles, pero supongo que unos pocos casos serán suficientes.

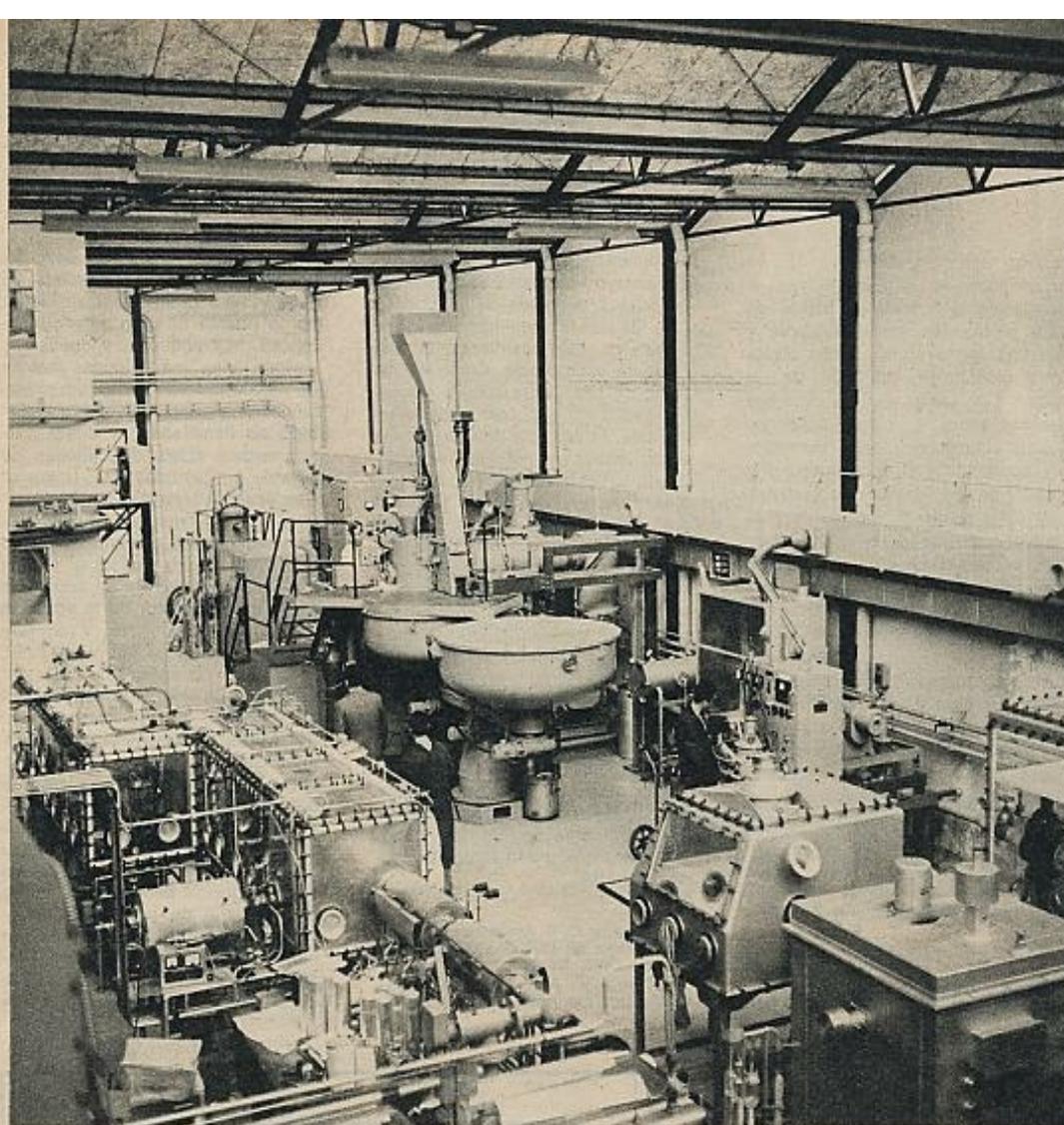
(1) J. C. Fisher: «Energy Crisis in Perspective», Wiley (1973).

(2) Anuario Estadístico de las Naciones Unidas (1972).

(3) D. J. Rose Scientific American 230, 20 (1974).

(4) III Plan de Desarrollo. «Monografía de Investigación científica y técnica», Editorial «BOE», Madrid.

(5) ND 1-V-74. El futuro es nuclear.



El problema de la seguridad de los reactores nucleares es una cuestión muy debatida y confusa.

J. S. Muñoz

Expectativas energéticas

Constantemente se admite como algo cierto que los reactores de agua ligera suministran energía eléctrica, que, debido al coste relativamente bajo del combustible, viene a salir de 0,14 a 0,16 céntimos el kWh. Es difícil conocer en qué forma las compañías eléctricas evalúan el coste del kWh, pero debe ser óptimo, dada la eficiencia de las centrales nucleares, pues por un motivo u otro, lo frecuente es que no trabajen a más del 80 por 100 de la potencia instalada en condiciones normales, que, por cierto, es lo más infrecuente. Refiriéndonos a los Estados Unidos, en el mes de diciembre de 1973, de una capacidad total instalada de 20,887 Mw, se produjeron 8,4 millones de Mwh, lo que representa un 54 por 100 de la carga. Tómense los 15 reactores de Westinghouse (PWR) instalados en todo el mundo occidental. En enero del 74 el número de reactores-año era 73 y la energía suministrada al mismo mes y año fue de 45,7.

En particular, la central de Zorita (160 Mw), que entró en operación comercial en agosto del 69, ha estado funcionando desde entonces 4,4 años, siendo su eficacia de 3,3 años.

Tómese ahora una central de potencia parecida a las que se van a instalar, como, por ejemplo, Surry 1, de 824 Mw: inició su operación comercial en diciembre del 72. En enero del 74 había operado 1,1 año y la eficiencia energética es de 0,6. Sería enojoso para el lector que te fuésemos dando caso tras caso, pero no le será difícil extraer la conclusión de que para satisfacer la demanda energética habría que duplicar el número de centrales nucleares, o bien aumentar el precio del kWh consumido, que parece será lo más conveniente.

Se suele decir a nivel oficial (Ministro de Industria a las Cortes en sus sesiones del 3 y 17 de diciembre) que la experiencia en la explotación de las centrales nucleares es ya extensa. Esto necesita alguna aclaración: la experiencia con los reactores de la potencia a instalar no sólo es insuficiente,

sino inmadura. Véase la siguiente tabla (6), en la que, junto al nombre de la central y la potencia instalada, damos los años de funcionamiento:

	Mw	Años
Indian Point 2 ...	902	0
Robinson 2 ...	739	2,7
Surry 1 ...	824	1,1
Surry 2 ...	824	0
Turkey Point 3 ...	728	1,1
Turkey Point 4 ...	728	0,5

Para terminar este aspecto, no poco fundamental para los propios accionistas y Consejos de Administración y el propio Ministerio de Industria, vamos a relatar dos sucesos que son del dominio público. En la construcción del reactor de la central Zion 1, de 1.085 Mw, se tuvieron que hacer cambios fundamentales en su diseño que afectaban al sistema de refrigeración de emergencia, al de control del reactor, al ensamblaje del combustible y al sistema de tratamiento de los residuos radiac-

(6) Nuclear Engineering International Index, April 1973, Nuclonics Week y J. A. Robinson, com. privada.

tivos (7). Se violaron (sic) numerosas regulaciones y normas del control de calidad y se encontraron defectos de construcción que tuvieron que rectificarse sobre la marcha. La razón oficial fue: falta de experiencia en la operación de los grandes reactores.

Hasta la fecha sólo ha producido un mes de electricidad (Nucleoni 3, week Jan 24, 1974), y debido a la entrada en vigor de las nuevas normas introducidas por la AEC (Atomic Energy Commission) para los sistemas de emergencia es muy probable que no funcione nunca a la potencia que ha sido diseñada. La planta Nuclear Yankee, en Vermont, ha sido cerrada 17 veces en diecinueve meses, la última para comprobar si las barras de control (es un reactor de ebullición) no habían sido colocadas invertidas. Según un portavoz de General Electric en San José (California) se estimaba entonces que el problema de haberse colocado las barras de control invertidas podía afectar a unas diez centrales. Y, previamente, se había denunciado por parte de la compañía eléctrica propietaria de la central que había dificultades con el combustible, pues sufría de hidratación y densificación, esto es, exceso de humedad y deslizamiento de los pellets cerámicos que contienen el uranio, que compactaban creando puntos de altísimas temperaturas. (Nueva York, «Times», 31-III-1974.)

Esto sucede en un país con una tecnología en centrales nucleares incomparablemente superior a la nuestra, donde los «standards» son rigurosísimos. Y uno se pregunta: ¿podemos nosotros mantener unos «standard», normas y control de calidad idénticos? Aunque la Junta de Energía Nuclear tiene personal altamente cualificado, ¿tendrá suficiente personal y suficientes medios?

La propia USAEC admitía en noviembre del 73: «Aun cuando la realizabilidad técnica y demostración de la tecnología tiene veinticinco años en su haber, la experiencia operacional, especialmente con las plantas nucleares de 800 a 1.000 Mw, es todavía bastante mínima». (USAEC, «News Release», vol. 4, número 47, 1973.)

El tema de la seguridad

El problema de la seguridad de los reactores nucleares es una cuestión muy debatida y confusa. Las notas oficiales y las declaraciones rotundas son formas inexactas de abordar el problema, que tiene múltiples raíces. Creemos que es necesario plantear algunas cuestiones y centrarlas en aquellos puntos más interesantes. Para empezar, diremos que no se puede extrapolar la seguridad a potencias relativamente pequeñas a las actuales potencias, del orden de los 1.000 Mw. Es más, en los momentos actuales, en que la única información está basada en los análisis hechos sobre los es-

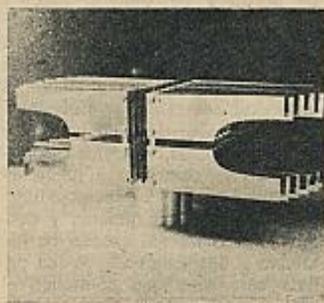
(7) AEC Bulletin (ver referencias adjuntas).



serie

EDITORA DE MULTIPLES DE ARTE

PROXIMA EDICION



Amadeo Gabino. Vibración I.

Suscripción previa hasta el 10 de julio de 1974

ULTIMAS EDICIONES

José Luis Sánchez.	Martinete.
Barón	Toro abierto.
Agustín Alamán	Así llegamos.

Informe sobre: ediciones disponibles, ediciones exclusivas, suscripciones previas, en:

serie

Don Ramón de la Cruz, 27. Teléfono 225 01 67, Madrid-1.

Delegaciones en:

SEVILLA: Galería Juana de Aizpuru.

CANARIAS: Sala Conca.

BILBAO: Galería Luzaro.

SANTANDER: Galería Dintel.

ZARAGOZA: Galería Atenas.

BARCELONA: Galería Nartex.

NUCLEARIZAR ESPAÑA

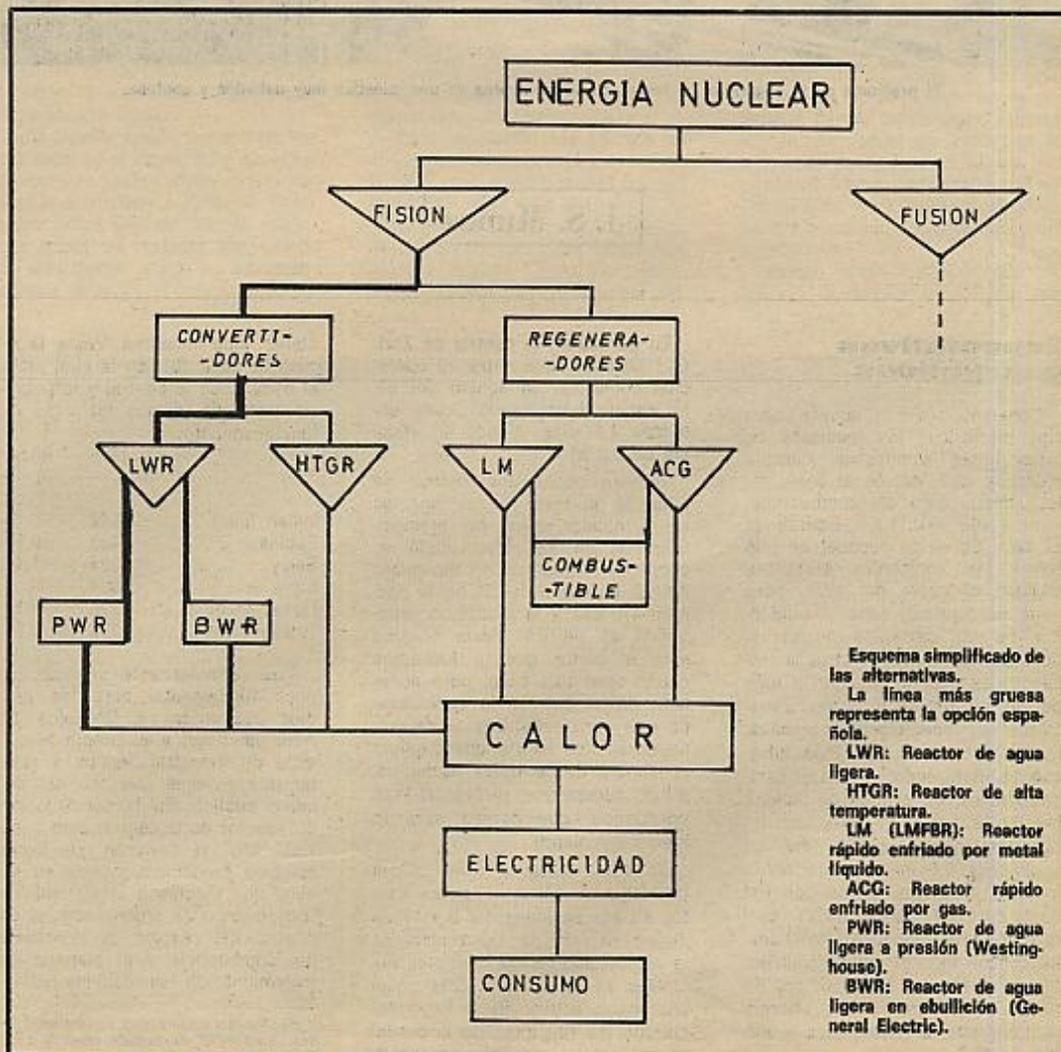
tudios con ordenadores (8), es muy probable que disminuya el grado de seguridad en virtud de una producción más abundante y en una hasta cierto punto lógica relajación de los controles de calidad. Sin entrar en los estudios hechos sobre la contaminación radiactiva en condiciones normales de operación y el no pequeño problema de los residuos radiactivos, vamos a tratar del accidente más grave que puede tener lugar en un reactor, como es la pérdida de agua del circuito primario («Loss of coolant accident»). La gravedad de este accidente se debe al hecho de que, a falta de capacidad refrigerante, el combustible funde con relativa rapidez, y, si el sistema de emergencia de refrigeración del núcleo («Emergency Core Cooling System») instalado en la actualidad es adecuado o no, constituye hoy una de las controversias más candentes del mundo científico actual, debido fundamentalmente al fallo de los ensayos realizados en Idaho bajo los

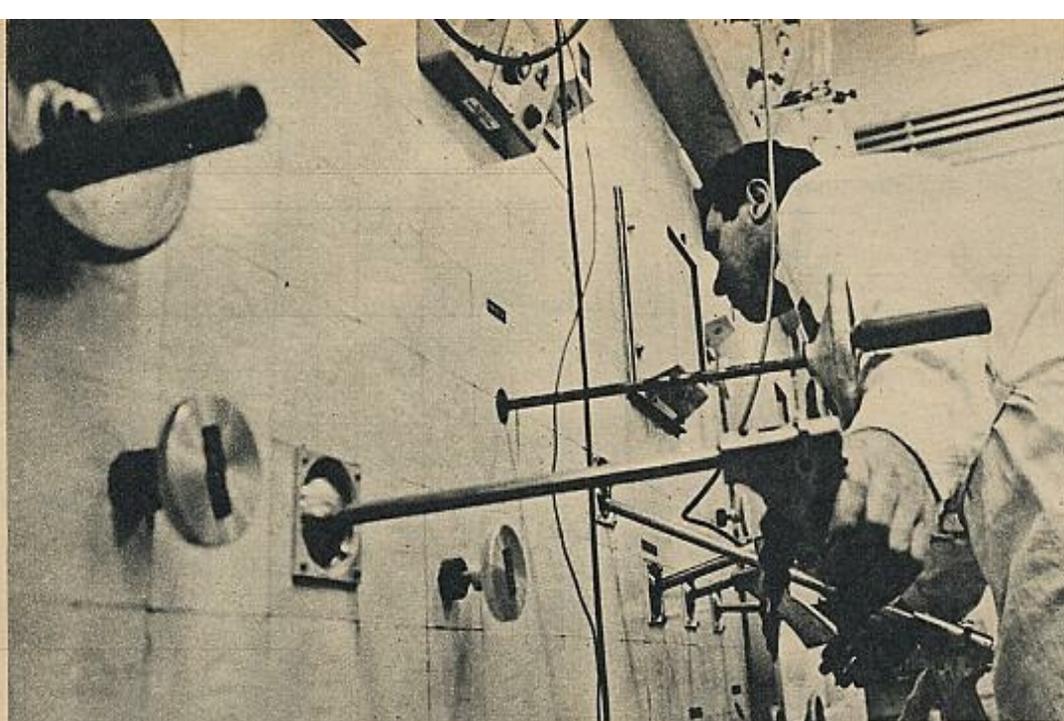
auspicios de la AEC (9 y 10). El ensayo consistió en calentar un núcleo simulado de zircaloy y otro de acero inoxidable y hacer entrar en funcionamiento el sistema de emergencia. Como es natural, el ensayo se hizo a pequeña escala y sin combustible radiactivo. El sistema de emergencia debía entrar en el reactor inundándolo. Los informes oficiales pusieron de manifiesto que el fluido del ECC apenas llegó al núcleo. Teniendo en cuenta la alta temperatura (unos 2.200° C), se fundiría el revestimiento de zircaloy y el propio combustible. «Si fallase el sistema de emergencia, la masa fundida de zircaloy y óxido de uranio colapsaría y probablemente fundiese localmente la vasija de presión entre treinta y sesenta minutos» (10). En estas circunstancias no hay una tecnología que pueda cerrar el reactor. La información técnica recogida sobre este problema supera las 22.000 páginas y otro tanto la documentación escrita.

(9) Lawson C. G. Emergency Core Cooling Systems for LWR. Oak Ridge National Lab. ORNL-NSIC-24.

(10) Hobson y Parker Final Report. ORNL-NSIC-4.635 (1971).

El Informe Wash-740 describe una serie de cálculos hechos en 1964 y 1965 relativos al accidente en un reactor de gran potencia entonces, hoy pequeño, y donde las estimaciones más tímidas hablan de 45.000 muertes y la contaminación de un área equivalente al Estado de Pensilvania, y desde luego muchos miles de millones de dólares en pérdidas. La «Union of Concerned Scientists», haciendo uso de la «Freedom of Information Act», está llevando a cabo una evaluación y puesta al día de las consecuencias de un accidente grave en un reactor de la potencia actual. Por otra parte, y en función de los datos del Wash-1250, es posible que suceda la rotura del circuito primario una vez en mil años-reactor, pero a la velocidad de instalación de centrales no es altamente improbable, si es que antes no sucede, en cuyo caso el daño superará con mucho a los beneficios. Para finalizar este aspecto, hemos de presentar un tipo de accidente en el que el sistema de emergencia es inútil: la rotura de la vasija de presión. Muy recientemente, un especialista en metalurgia, el profesor Alan Cottrell, en la información presentada al Comité Parlamentario Britá-





¿Podemos nosotros mantener unos standards, normas y control de calidad idénticos a los de los países más desarrollados en tecnología de centrales nucleares?

nico (11), llamaba la atención sobre la posibilidad de que se desarrollase en las paredes del recipiente una fractura en condiciones operacionales de modo que pudiese provocar la rotura antes que la pérdida del líquido refrigerante fuese detectada por envejecimiento y corrosión, o incluso por shock térmico al inyectar el agua del sistema de emergencia.

De hecho, esa información ha servido de base al Comité sobre Ciencia y Tecnología para desaprobar la petición de instalación de reactores de agua ligera. Posteriormente, la AEC ha confirmado los puntos del profesor Cottrell y el Comité Asesor sobre Seguridad de los reactores ha identificado varias áreas donde es preciso mejorar la práctica actual y ha recomendado superar las normas ASME.

Así las cosas, es comprensible la urgencia en las instalaciones por parte de las compañías eléctricas.

Sin entrar en más detalles para no alargar este artículo excesivamente, presentaremos el típico incidente en «condiciones normales». Se trata de la fuga de líquido del circuito primario que acaba desarrollándose siempre. La experiencia ha demostrado que una pérdida de unos pocos litros por día es «tolerable», pero en otros casos la pérdida de refrigerante primario al circuito secundario o al abierto puede llegar a ser de casi doscientos litros por día (50 galones) durante muchas semanas, y esto es inadmisibles debido a los productos derivados del ácido bórico que lleva el líquido. (Véase la tabla adjunta [12].)

Y con un promedio de 20 galones de fuga y 10 de purga, las descargas de radionúclidos son: molibdeno-99 (5,53 curies/año), Iodo-131

(10,74), Iodo-133 (5,94), cesio-134 (7,10), cesio-136 (2,05), entre otros. (Datos tomados de la tabla III-4 del Informe de la AEC para Indian Point 2.) Con todo lo expuesto hasta aquí, hemos dado una corta visión de los problemas que plantean actualmente las centrales nucleares. ¿Qué conclusiones se pueden sacar? Se puede hacer el lector sus propias conclusiones, nosotros sólo añadiremos la necesidad de que se haga una evaluación del Impacto radiológico frente a otras fuentes de nuestra economía: agricultura, pesca, etcétera. Creemos también en que se puede continuar el desarrollo del país estableciendo medidas serias

1.000 Mw es insuficiente e inmadura y exige unos conocimientos tecnológicos que no disponemos todavía.

5. La seguridad de estos reactores es suficientemente dudosa para aplazar su instalación en todo el país, fundamentalmente porque la confianza puesta en el adecuado funcionamiento del sistema de emergencia no está probada.

6. Asimismo se hace necesario establecer unas normas efectivas y severas por organismos independientes para evitar la liberación de radionúclidos de vida larga, incluso en condiciones normales. Si se hiciese esto, los costes serían tan elevados que las

CENTRAL	Fuga media por día (galones)	Duración
Robinson 2	55	7 meses
	14.400	1 día
Point Beach 1	50	varios meses
Connecticut Yankee	1.500	varios días
San Onofre	15	varios meses
	95	varias semanas
Yankee Rowe	1.200	varios meses

para evitar el deterioro del patrimonio natural. Quizá los puntos más importantes sean:

1. Las previsiones energéticas basadas en la nuclearización de España no se evidencian como muy acertadas.

2. Las expectativas energéticas puestas en los reactores de potencia son más que dudosas.

3. La adquisición sistemática del reactor de agua ligera no es nada acertada, debido a los múltiples problemas pendientes. Las justificaciones basadas en el volumen de contratación son argumentos inválidos, toda vez que ni resuelve el problema de la diversificación de las fuentes (una mayor dependencia casi absoluta de dos empresas multinacionales), ni puede satisfacer la demanda (rendimiento efectivo mucho menor que lo previsto).

4. La experiencia operacional con los reactores nucleares de

propias compañías serían las primeras en renunciar a la instalación de las centrales.

7. Es, pues, necesario y urgente detener las instalaciones actuales y las previstas hasta conocer con todo rigor que la seguridad está por encima de toda duda. Después de todo, la contaminación radiactiva de una costa o todo un río sería más perjudicial que los alegados beneficios.

En fin, quizá se sigan instalando centrales nucleares a pesar de la creciente oposición de los Ayuntamientos, pero al menos nos queda el consuelo de haber justificado razonablemente esas oposiciones.

Estando terminado este artículo, me informan que los reactores de agua ligera americanos no van a ser instalados en Gran Bretaña, pero los Estados Unidos van a regalar uno o dos a Egipto. ¡Bonito regalo! ■ J. S. M.



EDICIONES DE LA REVISTA DE TRABAJO

1. EL «TABLEAU ECONOMIQUE» Y OTROS ESTUDIOS ECONOMICOS. François Quesnay. Prólogo de Valentín Alvarez. 378 páginas. 275 pesetas.
2. LOS CONFLICTOS SOCIALES EN EUROPA. (Actas del Coloquio de Brujas.) G. Spitaels, G. Reggio, E. Descamps y otros. 363 páginas. 260 pesetas.
3. EL ESPARTACISMO AGRARIO Y OTROS ENSAYOS SOBRE LA ESTRUCTURA ECONOMICA Y SOCIAL DE ANDALUCIA. C. Bernaldo de Quirós. Selección y prólogo de José Luis García Delgado. 365 páginas. 275 pesetas.
4. INFLACION, PARO Y MERCADO DE TRABAJO. Selección y prólogo de Julio Segura. 482 págs. 350 pesetas.
5. ESTUDIOS SOBRE LA AGRICULTURA ESPAÑOLA. Pascual Carrión. Edición a cargo de José Luis García Delgado. 480 páginas. 300 pesetas.

NOVEDAD

6. ECONOMIA Y SOCIEDAD HUMANA. R. Aron, R. Garaudy, B. de Jouvenel, S. Mansholt y otros. Prólogo de Valéry Giscard d'Estaing. 465 páginas. 290 pesetas.

Una treintena de autores abordan, desde diversas perspectivas, el tema del crecimiento económico a partir de los nuevos umbrales críticos; una reflexión colectiva de máxima envergadura.

Distribuidor: Editorial Castalia. Zurbano, 39. Madrid-10

(11) First Report from the Defect Committee on Science and Technology «The Choice of a reactor System», Londres, 29-1-74, H. M. S. Office.

(12) U. S. Environmental Protection Agency. Office of Radiation Programs EPA 520/9-73-003 B.